

535, 218

Rec'd T/PTO 17 MAY 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. September 2004 (10.09.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/076242 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B60R 21/01

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/000809

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Januar 2004 (29.01.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 08 881.4 28. Februar 2003 (28.02.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HERMANN, Stefan
[DE/DE]; Parkstrasse 12, 93096 Köfering (DE). MADER,

Gerhard [DE/DE]; Ringstrasse 21, 93107 Thalmassing
(DE). SCHMIDT, Claus [DE/DE]; Elferstrasse 5, 93053
Regensburg (DE).

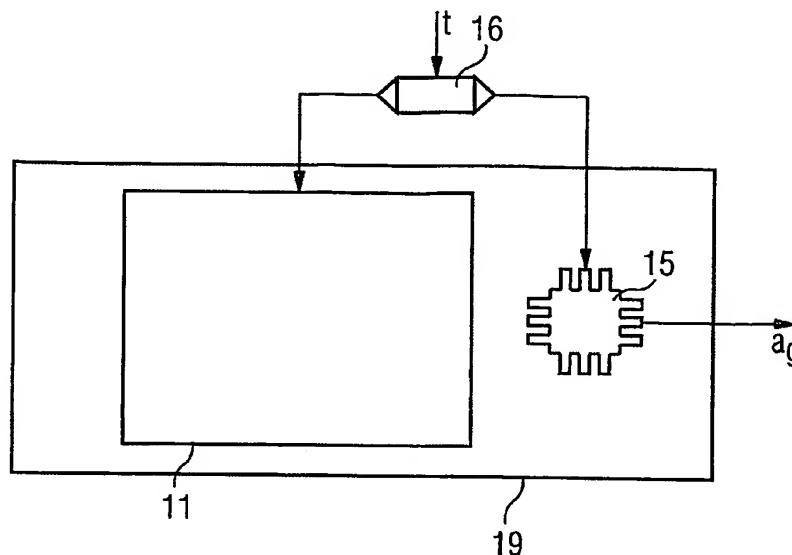
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONTROL ARRANGEMENT AND METHOD FOR TESTING THE OPERATION OF A CONTROL ARRANGEMENT OF THIS TYPE FOR OCCUPANT PROTECTION MEANS IN A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: STEUERANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR FUNKTIONSÜBERPRÜFUNG EINER DERARTIGEN STEUERANORDNUNG FÜR INSASSENSCHUTZMITTEL IN EINEM KRAFTFAHRZEUG



(57) Abstract: The invention relates to the idea of not initially multiplying the output signal (a) of an acceleration sensor (19) with regard to a weighted sum (Σ_g) with a correction factor (k_w) but to alter a test signal (t) by using a weighting means (16) in such a manner that an already weighted output signal (a_g) can be generated so that during a test operation, the safing algorithm of an evaluating device can be directly fallen back upon, whereby this can be advantageously tested with regard to its ability to operate. The invention is particularly suited for occupant protection systems of a modern motor vehicle.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/076242 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Der vorliegenden Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, nicht erst das Ausgangssignal (a) eines Beschleunigungssensors (19) im Hinblick auf eine gewichtete Summe (Σg) mit einem Korrekturwert (k_w) zu multiplizieren, sondern mittels einer Wichtungsmittels (16) ein Testsignal (t) derartig abzuändern, dass ein bereits gewichtetes Ausgangssignal (a_g) erzeugbar ist, so dass während eines Test-Betriebs unmittelbar auf den Safing - Algorithmus einer Auswerteeinrichtung rückgegriffen werden kann, wodurch dieser in vorteilhafter Weise selbst im Hinblick auf seine Funktionstüchtigkeit überprüfbar ist. Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere für Insassenschutzsysteme eines modernen Kraftfahrzeuges.

Beschreibung

Steueranordnung und Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer
derartigen Steueranordnung für Insassenschutzmittel in einem
5 Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Steueranordnung sowie ein Verfah-
ren zur Funktionsüberprüfung einer derartigen Steueranordnung
für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug.

10

Insassenschutzmittel wie Airbags, Gurtstraffer, oder derglei-
chen stellen eine wichtige Sicherheitskomponente heutiger
Kraftfahrzeuge dar. Sie sind zwar nicht gesetzlich vorge-
schrieben, jedoch besitzt fast jedes Auto, das gegenwärtig
15 irgendwo auf der Welt produziert wird, mindestens einen
Front-Airbag für den Fahrer.

Viele Automobile verfügen neben dem Front-Airbag mittlerweile
bereits über weitere verschiedene Airbags, insb. Seitenair-
20 bags, Kopf-Airbags, Knie-Airbags, oder dergleichen für Fahrer,
Beifahrer oder andere Insassen. Ein jedes dieser Airbag-
Systeme nutzt mehrere Sensoren, die an verschiedenen Stellen
der Fahrzeugkarosserie angeordnet sind und welche die bei ei-
nem Aufprall auftretende Verzögerung (negative Beschleuni-
25 gung) erkennen. Die üblicherweise verwendeten Systeme mit
Fahrer-, Beifahrer- und Seiten-Airbags arbeiten mit in oder
benachbart einer Steueranordnung angeordneten Beschleuni-
gungssensoren. Die Steueranordnung befindet sich an zentraler
Stelle im Kraftfahrzeug, beispielsweise unter dem Fahrersitz
30 oder im Fahrzeugtunnel. Sie wird deshalb häufig auch als
Zentralmodul bezeichnet. Zur Erkennung eines Seiten-Aufpralls
sind an beiden Seiten des Fahrzeugs jeweils wenigstens ein
Beschleunigungssensor - oder fortschrittlicher wenigstens ein
Drucksensor - vorgesehen, welche wegen ihrer dezentralen An-
35 ordnung häufig auch als sog. Satelliten bezeichnet werden. An
den jeweiligen Sensor werden generell verhältnismäßig hohe
Anforderungen gestellt, denn er ist die erste Komponente ei-

nes Insassenschutzsystems, bei der die Crash-Information eintrifft. Er muss die schnelle Verzögerung des Kraftfahrzeugs in ein zuverlässiges und genaues elektrisches Signal (a) umsetzen.

5

Zu den gebräuchlichsten Verfahren der Beschleunigungsmessung zählt die Messung der Wirkung einer Kraft F , die sich aus der auf eine seismische Masse m einwirkenden Beschleunigung g ergibt. Diese Kraft erzeugt mechanische Spannungen und eine Lageänderung der seismischen Masse. Die Spannungen können anhand der piezoresistiven (oder piezoelektrischen) Eigenschaften des verwendeten Materials bestimmt werden. Lageänderungen werden gewöhnlich unter Verwendung einer variablen Kapazität gemessen. Der piezoresistive Effekt in Halbleitern wird in großem Maße in Drucksensoren genutzt, während für Beschleunigungssensoren das kapazitive Messprinzip in einer Vielzahl technischer Anwendungen bevorzugt wird. Mit diesem Design lassen sich durch Oberflächen-Mikrofertigung sehr kleine Sensorstrukturen und damit kostengünstige Lösungen realisieren. Die kapazitiv aufgebauten Sensoren sind auch weniger anfällig für Temperaturschwankungen und bieten einen großen Betriebstemperaturbereich. Deshalb basieren auf dem Gebiet der Insassenschutzsysteme neben den Beschleunigungssensoren auch die zum Einsatz kommenden Drucksensoren überwiegend auf diesem Prinzip.

25

Das eigentliche Sensorelement, die sogenannte „G-Zelle“ (Gcell), ist insbesondere eine aus Halbleitermaterialien aufgebaute mechanische Konstruktion. Sie besteht beispielsweise aus zwei fest angeordneten Plättchen mit einem dazwischen liegenden beweglichen Plättchen, das die seismische Masse darstellt. Wird die G-Zelle einer Beschleunigung ausgesetzt, bewegt sich das mittlere Plättchen aus seiner Ruheposition heraus. Wenn sich das mittlere Plättchen verlagert, erhöht sich sein Abstand zu einem der festen Plättchen im gleichen Maße, wie sich der Abstand zum anderen verringert. Die Änderung des Abstandes ist ein Maß für die Beschleunigung. Die

30

35

zur Aufhängung des mittleren Plättchens benutzten Träger wirken als Federn; ein ggf. zwischen den Plättchen komprimiertes Fluid, beispielsweise ein spezielles Gas oder auch nur Luft, dämpft die Bewegung. Sofern dies unerwünscht ist, ist bekannt, ein Vakuum vorzusehen. Eine G-Zelle sensiert in der Regel entlang einer Empfindlichkeitsachse. Durch geschickten Aufbau kann eine Masse aber auch für zwei Achsen verwendet werden, was die Kosten reduziert. Man spricht dann von sog. x-y-Gcells bzw. X-Y-Sensoren. In elektrischer Hinsicht bilden die Plättchen der G-Zelle ein gekoppeltes Kondensator-Paar. Wenn sich das mittlere Plättchen infolge der Beschleunigung entlang der Empfindlichkeitsachse bewegt, ändert sich der Abstand zwischen den Plättchen, wodurch sich auch die Kapazität jedes der beiden Kondensatoren ändert. Analoges gilt auch für G-Zellen mit z.B. mehreren fingerförmig ineinandergreifenden Elementen.

Die durch Mikrofertigung hergestellten G-Zellen haben sehr kleine Abmessungen. Die seismische Masse wiegt mitunter nur wenige hundert Pikogramm ($1 \text{ Pikogramm} = 10^{-12} \text{ Gramm}$). Bei Beaufschlagung mit einer Beschleunigung von 100 g verändert das bewegliche Plättchen bzw. der Finger seine Lage um weniger als 400 nm (Nanometer). Um eine Messauflösung von 1 g zu erzielen, muss eine Kapazitätsänderung ΔC von weniger als 1 Femtofarad (10^{-15} F) erkannt werden. Um eine so kleine Kapazität messen zu können, ist im Beschleunigungssensor eine dezierte Steuerschaltung erforderlich, welche die Kapazität in ein verwertbares Ausgangssignal (a) umsetzt.

Das Ausgangssignal (a) des Sensors wird einer Auswerteeinheit, welche wenigstens einen, heutzutage zumeist gleich mehrere Mikrocontroller umfasst, zugeführt, von denen einer anschließend einen Crash-Unterscheidungsalgorithmus ausführt, um zwischen einem tatsächlichen Aufprall und dem normalen dynamischen Fahrzeugverhalten zu differenzieren und ggf. ein Auslösesignal für das Rückhaltemittel erzeugt.

Das Auslösesignal wird gegenwärtig häufig nur in Abhängigkeit eines sog. Schaltsignals erzeugt, welches im einfachsten Fall beispielsweise von einem mechanischen Beschleunigungsschalter kommen kann. In einer Vielzahl von Beschleunigungssensoranordnungen übernimmt heutzutage jedoch einer der Beschleunigungssensoren selbst diese Aufgabe. Derartige sogenannte Safing-Sensoren sorgen nach Ausführung des sog. Saving - Algorithmus, für den heutzutage regelmäßig ein eigener Mikrocontroller in der Auswerteeinheit vorgesehen ist, für eine Freigabe oder andernfalls für eine Verhinderung der Auslösung des Rückhaltemittels, wenn der Beschleunigungssensor oder die Auswerteeinrichtung, d.h. die in den Mikrocontrollern ausgeführten Algorithmen, fehlerhaft arbeiten und demzufolge ein fehlerhaftes Auslösesignal liefern würden.

Aus der EP 1 149 004 - deren Offenbarung ausdrücklich vollumfänglich mitumfasst sei - ist ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Funktionsüberprüfung einer Steueranordnung für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug bekannt, bei dem aus den Ausgangssignalen der Beschleunigungssensoren eine gewichtete Summe zur Überprüfung der Plausibilität der Signale gebildet wird, indem wenigstens das Ausgangssignal eines Beschleunigungssensors mit einem Korrekturwert multipliziert wird. Eine derartige Funktionsüberprüfung erlaubt zwar in vorteilhafter Weise Aussagen über die Funktionstüchtigkeit der Beschleunigungssensoren, deren Signalleistungen, Pegel, oder dergleichen. Eine Aussage darüber, inwieweit der Safing-Algorithmus selbst zuverlässig arbeitet, ist indes nicht möglich, weil auf diesen während des Testmodus nicht zurückgegriffen wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Funktionsüberprüfung eines Systems von mehreren Beschleunigungssensoren einer Steueranordnung für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug zu liefern. Insbesondere soll neben den Sensoren die Funktionstüchtigkeit des Safing-Algorithmus selbst prüfbar sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 sowie durch ein Verfahren zur Funktionsüberprüfung mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 7 gelöst.

Der vorliegenden Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, nicht erst das Ausgangssignal (a) eines Beschleunigungssensors im Hinblick auf eine gewichtete Summe (Σ_g) mit einem Korrekturwert (k_w) zu multiplizieren, sondern mittels einer Wichtungsmittels ein Testsignal (t) derartig abzuändern, dass ein bereits gewichtetes Ausgangssignal (a_g) erzeugbar ist, so dass während eines Test-Betriebs unmittelbar auf den Safing - Algorithmus einer Auswerteeinrichtung rückgegriffen werden kann, wodurch dieser in vorteilhafter Weise selbst im Hinblick auf seine Funktionstüchtigkeit überprüfbar ist.

Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen, welche einzeln oder in Kombination miteinander einsetzbar sind, sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Weitere Vorteile der Erfindung und deren Weiterbildungen werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen und der Zeichnung näher erläutert.

Darin zeigen schematisch:

Fig. 1 den typischen Aufbau eines Insassenschutz-Systems in einem Kraftfahrzeug;

Fig. 2 einen Beschleunigungssensor umfassend eine seismische Masse, welche entlang einer Empfindlichkeitsachse auslenkbar ist;

Fig. 3 einen Beschleunigungssensor umfassend eine seismische Masse, welche entlang zweier Empfindlichkeitsachsen auslenkbar ist;

- Fig. 4 den Beschleunigungssensor nach Fig. 2 in Wirkverbindung mit einem Wichtungsmittel;
- 5 Fig. 5 eine Anordnung mit einem X-Y-Beschleunigungssensor und einem weiteren Beschleunigungssensor;
- Fig. 6 eine alternative Sensorausrichtung der Anordnung gemäß Fig. 5; und
- 10 Fig. 7 eine sternförmige Anordnung von drei Beschleunigungssensoren.

Gleiche Elemente bzw. Signale sind figurenübergreifend durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet.

15

Fig. 1 zeigt den typischen Aufbau eines Insassenschutz-Systems in einem Kraftfahrzeug 1. An einer möglichst zentralen Stelle im Kraftfahrzeug 1 befindet sich eine Steueranordnung 2. Diese umfasst eine Auswerteeinheit 3 beispielsweise in Gestalt wenigstens eines Mikrocontrollers. In der Steueranordnung 2 oder benachbart zu dieser befindet sich ein Sensorfeld 5, in welchem geeignete Sensoren 17,18,19,20 zur Messung von Beschleunigungen, z.B. einer Beschleunigung g_x entlang einer Empfindlichkeitsachse in x-Richtung bzw. g_y entlang einer Empfindlichkeitsachse in y-Richtung, angeordnet sind. Die Empfindlichkeitsachsen u,v,w,x,y der Sensoren 17,18,19,20 spannen eine Ebene auf, welche nach Einbau der Steueranordnung 2 in einem Kraftfahrzeug 1 im Wesentlichen parallel ist zu einer durch die Fahrzeuglängsachse A-A' und die Fahrzeugquerachse B-B' festgelegten Ebene. Weitere Sensoren 6, insb. zur Erkennung eines Seitenaufpralls, sind zur vorzugsweise kapazitiven Messung von seitlichen Beschleunigungen, z.B. einer Beschleunigung g_r von rechts bzw. g_l von links, an dezentraler Stelle seitlich im Kraftfahrzeug 1 angeordnet. Als Sensoren 6 für den seitlichen Einbau finden typischerweise Beschleunigungssensoren, in jüngerer Zeit zunehmend aber auch Drucksensoren, Verwendung. Die jeweiligen Aus-

20

25

30

35

gangssignale a der Sensoren werden von den in der Auswerteeinheit 3 angeordneten Mikrocontrollern abgefragt, von denen einer anschließend einen Crash-Unterscheidungsalgorithmus ausführt, um zwischen einem tatsächlichen Aufprall und dem normalen dynamischen Fahrzeugverhalten zu differenzieren. Ein vorzugsweise von der Crashverarbeitung unabhängiger Mikrocontroller der Auswerteeinheit 3 führt mittels einer Safing-Routine auch eine kontinuierliche und/oder zyklische Diagnose des Systems durch, um sicherzustellen, dass es ordnungsgemäß arbeitet und im Falle eines Unfalls zur Verfügung steht. Die im zentralen Sensorfeld 5 angeordneten Sensoren 17, 18, 19, 20 müssen ebenso wie die seitlich 6 angeordneten äußerst zuverlässig sein, damit sie dem Mikrocontroller 3 keine falschen Signale a schicken, was zu einer unerwünschten Aktivierung der Rückhaltemittel führen könnte. Jede Störung wird daher dem Fahrer z.B. durch eine Airbag-Warnlampe auf der Instrumententafel (nicht dargestellt) mitgeteilt, und die Rückhalte-Funktion wird blockiert, bis der Fehler behoben ist. Wenn die Airbags bei einem Aufprall entfaltet werden müssen, aktiviert die Auswerteeinheit 3 einen Zündstromschalter 4, so dass Strom durch die Zündkreise des Zünders für den Fahrer-Front-Airbag 7, des Zünders für den Beifahrer-Front-Airbag 8, des Zünders für den Seiten-Airbag 9, des Zünders für den Gurtstraffer 10, oder dergleichen mehr fließt, womit die Gurtstraffer aktiviert und die Gaserzeugungsreaktion innerhalb der Aufblasmodule ausgelöst sind.

Fig. 2 zeigt das Funktionsprinzip eines kapazitiven Beschleunigungssensor 17, 18 oder 19 umfassend ein Sensorelement 11 - nachfolgend auch als G-Zelle 11 bezeichnet - in welcher eine seismische Masse 12 entlang einer Empfindlichkeitsachse w auslenkbar angeordnet ist. Die Funktionsweise basiert beispielsweise auf mikromechanischen Doppel-Plattenkondensatoren, welcher vorliegend fingerförmig ausgebildet ist. Zwischen zwei äußeren starren Platten 13 ist eine mittlere Platte 14 an der beweglich aufgehängten seismischen Masse 12 fixiert. Bei Beschleunigungen verschiebt sich die Masse 12,

so dass sich die Kapazität ändert. Bekannt ist auch die Anordnung mehrerer fingerförmig ineinandergreifender Elemente hintereinander. Durch geschickten Aufbau kann eine Masse 12 auch für zwei Empfindlichkeitsachsen (x,y) verwendet werden, was in vorteilhafter Weise die Kosten reduziert.

Fig. 3 zeigt einen derartigen sog. kapazitiven X-Y-Beschleunigungssensor umfassend eine Sensorzelle 11, in welcher eine seismische Masse 12 entlang zweier Empfindlichkeitsachsen x und y auslenkbar angeordnet ist. Wie im Sensor nach Fig. 2 ist der G-Zelle 11 eine dezidierte Steuerschaltung 15 nachgeordnet, welche die Kapazität in ein verwertbares Ausgangssignal (a) umsetzt.

Im Normal-, d.h. Crash-Betrieb der Auswerteeinrichtung 3 werden sämtliche Ausgangssignale a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y der Sensoren 17,18,19 bzw. 19,20 mittels eines Safing-Algorithmus auf ihre Plausibilität durch Bildung einer gewichteten Summe Σ_g aus den Ausgangssignalen a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y überprüft. Beispielsweise parallel dazu werden die Ausgangssignale a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y mittels eines Crash-Unterscheidungsalgorithmus ausgewertet, wobei eine etwaige Freigabe der Rückhaltemittel nur bei festgestellter Plausibilität erfolgt. Erfindungsgemäß bevorzugt wird zuvor wenigstens eines der Ausgangssignale a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y mit einem Schwellwert SW verglichen, so dass erst beim Überschreiten des Schwellwerts SW durch wenigstens eines der Ausgangssignale a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y eine Freigabe des Safing-Algorithmus erfolgt.

Um beim Starten und/oder während des Betriebs des Kraftfahrzeuges 1 die fehlerfreie Funktion der Steueranordnung 2 überprüfen zu können, ist es vorteilhaft, die Beschleunigungssensoren 17,18,19 bzw. 19,20 einem sog. Selbsttest unterziehen zu können. Zu diesem Zweck sendet im Test-Betrieb der Steueranordnung 2 zunächst die Auswerteeinheit 3, z.B. einer Mikrocontroller, ein Testsignal t an wenigstens zwei Beschleunigungssensoren 17,18,19 bzw. 19,20, um so Ausgangssignale

a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y zu erzeugen, welche der Funktionsüberprüfung der Sensoren 17,18,19 bzw. 19,20 dienen. Im Fall eines sog. physikalischen Tests des/der Sensoren 17,18,19,20 bewirkt das Testsignal t eine Auslenkung der seismischen Masse 12 entlang der Empfindlichkeitsachse u, v, w, x, y . Die Kapazitätsänderung in der G-Zelle 11 wird in einer der G-Zelle 11 nachgeordneten Steuerschaltung 15 des Sensors 17,18,19,20 erkannt und setzt diese Erkenntnis in ein für die Mikrocontroller der Auswerteeinheit 3 verwertbares Ausgangssignal a um.

Ein derartiger physikalischer Test erlaubt in vorteilhafter Weise sowohl eine Aussage über die Funktionstüchtigkeit der G-Zelle 11 wie auch über die Funktionstüchtigkeit der Steuerschaltung 15 des Beschleunigungssensors 17,18,19,20.

Es ist auch bekannt, nur der Steuerschaltung 15 des Beschleunigungssensors 17,18,19,20 ein Testsignal t zuzuführen, mittels welchem ein verwertbares Ausgangssignal a generiert oder simuliert wird. Zwar lassen sich bei einem derartigen rein elektronischen Test keine Aussagen über die Funktionstüchtigkeit der G-Zelle machen. Die alleinige Aussage über die elektronische Funktionstüchtigkeit der Steuerschaltung 15 des Sensors 17,18,19,20 mag in manchen Fällen aber ausreichen, insbesondere wenn andere Mechanismen zur Detektion einer defekten G-Zelle vorgesehen sind wie beispielsweise die Messung von Verschiebungen oder Schwankungen der Offset-Spannung des Sensors soweit diese charakteristisch für eine defekte G-Zelle sind.

Fig. 4 zeigt einen erfindungsgemäßen Beschleunigungssensor 17,18,19 oder 20. Dieser ist gegenüber dem Beschleunigungssensor nach Fig. 2 insoweit modifiziert, als dieser zusätzlich mit einem Wichtungsmittel 16 in Wirkverbindung steht. Das Wichtungsmittel 16 kann Teil des Sensors 17,18,19,20 und/oder Teil der Steueranordnung 2, insb. Teil der Auswerteeinrichtung 3 sein. Dieses erlaubt in vorteilhafter Weise ein von der Auswerteeinheit 3 kommendes Testsignal t dergestalt zu verändern, dass bei einem physikalischen Test eine ent-

sprechend gewichtete Auslenkung der seismischen Masse 12 selbst erfolgt. Als Wichtungsmittel kommen in diesem Fall insb. im Sensor gesondert ausgebildete sog. Testfinger oder dergleichen in Betracht. Während eines Selbsttests erfahren
5 nun allein die Testfinger eine Auslenkung. An der gleichen seismischen Masse angeordnet bewirkt deren Auslenkung auch eine Auslenkung der für die Crash-Sensierung vorgesehenen Finger. Je nach angestrebten Wichtungsgrad eines Ausgangssignals werden mehr oder weniger Testfinger ausgelenkt. Werden
10 demnach - plakativ ausgedrückt - statt standardgemäß beispielsweise zehn Testfinger vierzehn oder auch nur sieben Testfinger ausgelenkt, so bewirkt dies eine entsprechend verstärkte oder verminderte Auslenkung der für die Crash-Sensierung vorgesehenen Finger und ein dementsprechend ge-
15 wichtetes Ausgangssignal. Aber auch ein elektronischer Test ist möglich, indem das Wichtungsmittel 16 ein abgeschwächtes oder verstärktes, d.h. gewichtetes Testsignal t_g , der Steuerungschaltung 15 zuführt. Als Wichtungsmittel 16 bieten sich daher spannungsmindernde elektronische Bauteile wie Widerstände
20 oder spannungserhöhende elektronische Bauteile wie z.B. eine elektronische Ladungspumpe, oder dergleichen an. Ein derartiger, ein Wichtungsmittel 16 umfassender Beschleunigungssensor 17,18,19,20 erlaubt gegenüber unmodifizierten Beschleunigungssensoren die Ausgabe eines gewichteten Ausgangssignal a_g
25 bei allseits empfangenen gleichen Selbsttestsignal t .

Von dieser Überlegung macht die vorliegende Erfindung nun gebrauch, indem sie wenigstens einen Sensor 19 vorsieht, welcher ein gewichtetes Ausgangssignal a_g ausgibt. Freilich ist,
30 je nach Anordnung der Beschleunigungssensoren, die Erzeugung mehrerer gewichteter Ausgangssignale a_{ug} , a_{vg} , a_{wg} , a_{xg} , a_{yg} mitunter zweckmäßig. Verschiedene, erfindungsgemäß bevorzugte, Anordnungen zeigen Fig. 5 bis 7.

35 Fig. 5 zeigt das Sensorfeld 5 einer Steueranordnung 2 umfassend drei Beschleunigungssensoren 17,18,19 mit je einer G-Zelle 11, welche die Sensierung einer Beschleunigung g ent-

lang einer Empfindlichkeitsachse w, x, y gestattet, welche jeweils unterschiedlich ausgerichtet sind. Sensor 17 dient der Sensierung in X-; Sensor 18 in Y-Richtung. Sensor 19 ist zu diesen geneigt angeordnet. In der nachgeschalteten Auswerteeinrichtung 3 kann im Crash-Betrieb bereits aufgrund von nur zwei der drei Beschleunigungssensoren 17, 18 die Richtung und die Stärke einer auf das Fahrzeug 1 einwirkenden Beschleunigung g ermittelt werden. Das Signal a_w des dritten Beschleunigungssensors 19 wird hierbei zur Überprüfung einer der beiden errechneten Größen, der Richtung oder der Stärke der auf das Fahrzeug 1 einwirkenden Beschleunigung, herangezogen. Der dritte Sensor 19 übernimmt somit die Funktion eines Safing-Sensors und kann auf diese Weise die Auslösung des Rückhaltemittels 7, 8, 9, 10 zumindest mittelbar verhindern, wenn der von ihm zur Verfügung gestellte Wert signifikant von einem aus den Signalen a_x und a_y der beiden anderen Sensoren berechneten Wert abweicht.

Die Sensoren 17 und 18 sind im Beispiel unmodifiziert und handelsüblich, d.h. sie erzeugen nach Empfang eines Testsignals t im Test-Betrieb der Steueranordnung 2 ein ungewichtetes Ausgangssignal a_x bzw. a_y . Sensor 19 ist ein erfindungsgemäß aufgebauter, mit einem Wichtungsmittel 16 in Wirkverbindung stehender Beschleunigungssensor 19, dessen Empfindlichkeitsachse w zur Empfindlichkeitsachse des X- bzw. Y-Sensors 18 bzw. 17, beispielsweise um 45° zu der zur X-Achse korrespondierenden Fahrzeugquerachse $B-B'$, geneigt im Sensorfeld 5 angeordnet ist. Das Wichtungsmittel 16 ändert das gleiche Testsignal t derart gemäß einer Voreinstellung ab, dass ein definiert gewichtetes Ausgangssignal a_g erzeugt wird.

Eine erste Testvorschrift für die Sensoranordnung nach Fig. 5 sieht einen paarweisen Test der Sensoren dergestalt vor, dass ein ungewichtetes Ausgangssignal entweder des in X-Richtung sensierenden Sensors 17 oder des in Y-Richtung sensierenden Sensors 18 zusammen mit dem gewichteten Ausgangssignals des

sog. Safing-Sensors 19 einer gemeinsamen Betrachtung unterzogen werden. Insbesondere wird die seismische Masse 12 des Sensorelements 11 des ersten Beschleunigungssensors 19 mit gewichteter Kraft in entgegengesetzter Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse w ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal a_w elektronisch generiert. Zudem wird die seismische Masse 12 des Sensorelements 11 des zweiten Beschleunigungssensors 17 oder 18 mit ungewichteter Kraft in Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse x oder y ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal a_x oder a_y elektronisch generiert. Freilich ist auch ein umgekehrter Vorgang denkbar, also die Erzeugung gewichtetes Ausgangssignal a_x oder a_y in x - oder y - und ein ungewichtetes Signal a_w betr. die w -Richtung. Im erstgenannten Fall hat das Wichtungsmittel 16 das Testsignal t vorzugsweise derart abzuändern, dass das elektrische Ausgangssignal a_w um den, mathematisch ausgedrückten, Wichtungsfaktor k_w gleich $\frac{1}{2} * \sqrt{2}$ (was etwa 0,707 entspricht) gewichtet ausgegeben wird. Bei andersartig zueinander geneigt angeordneten Sensoren ist der Wichtungsfaktor in Abhängigkeit der Winkelstellung entsprechend anzupassen.

Nach einer zweiten Testvorschrift werden alle Ausgangssignale der im Sensorfeld 5 angeordneten Sensoren 17, 18, 19 einer zeitgleichen gemeinsamen Betrachtung unterzogen. Insbesondere wird die seismische Masse 12 des Sensorelements 11 des ersten Beschleunigungssensors 19 mit gewichteter Kraft in entgegengesetzter Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse w ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal a_w elektronisch generiert. Zudem werden die seismischen Massen 12 der Sensorelemente 11 des zweiten Beschleunigungssensors 17, 18 mit ungewichteter Kraft in Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse x und y ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal a_x und a_y elektronisch generiert. In diesem Fall hat das Wichtungsmittel 16 das Testsignal t vorzugsweise derart abzuändern, dass das elektrische Ausgangssignal a_w um den, mathematisch ausgedrückten, Faktor k_w gleich $\sqrt{2}$ (was etwa 1,41 entspricht) gewichtet

a_{wg} ausgegeben wird. Denkbare Alternativen seien wiederum ausdrücklich mitumfasst.

Fig. 6 zeigt eine alternative bevorzugte Sensoranordnung nach der Erfindung. Im Gegensatz zu der Anordnung nach Fig. 5 ist an Stelle einzelner in X- und Y-Richtung sensierender Sensoren 17 bzw. 18 ein sog. X-Y-Sensor 20 vorgesehen. Die Empfindlichkeitsachse v des Safing-Sensors 19 ist zu diesen Achsen wiederum geneigt angeordnet, im vorliegenden Fall um 45° zu der zur Y-Achse korrespondierenden Fahrzeuglängsachse A-A'. Auch in dieser Anordnung kann nach beiden zuvor beschriebenen Textvorschriften die Funktionstüchtigkeit der Steuerung 2 geprüft werden.

Fig. 7 schließlich zeigt eine weitere bevorzugte Sensoranordnung nach der Erfindung. Im Gegensatz zu der Anordnung nach Fig. 5 sind von den wenigstens drei einzelnen, entlang einer Empfindlichkeitsachse u , v oder w sensierenden Sensoren 17, 18, 19 zusätzlich ein zweiter Sensor 18 geneigt zur Fahrzeuglängs- A-A' bzw. -querachse B-B' angeordnet, so dass die Beschleunigungssensoren 17, 18, 19 jeweils unterschiedlich ausgerichtete Empfindlichkeitsachsen u , v , w , aufweisen. Vorzugsweise sind die Sensoren 17, 18, 19 sternförmig, jeweils um 120° versetzt angeordnet. Eine Funktionsüberprüfung dieser Anordnung erfolgt nach einer dritten Testvorschrift, demnach alle im Sensorfeld 5 angeordneten Sensoren 17, 18, 19 einer zeitgleichen gemeinsamen Betrachtung wie zur zweiten Testvorschrift beschrieben unterzogen werden, wobei in diesem Fall das Wichtungsmittel 16 das Testsignal t gegenüber dem Safing-Sensor 19 derart abzuändern hat, dass das elektrische Ausgangssignal um den, mathematisch ausgedrückten, Faktor k_w gleich 2 gewichtet ausgegeben wird.

Gewichtete und ungewichtete Ausgangssignale der Beschleunigungssensoren 17, 18, 19, 20 werden im Mikrokontroller 3 anhand eines Safing-Algorithmus verarbeitet, welcher selbst wiederum eine gewichtete Summe Σ_g bildet. Ergibt die Verarbeitung ei-

nen vorbestimmten Wert, beispielsweise annähernd Null, so ist dies ein Kennzeichen dafür, dass auch der Safing-Algorithmus selbst zuverlässig arbeitet. Soll der vorbestimmte Wert annähernd Null sein, so ist der Faktor k_w erfindungsgemäß bevorzugt so zu wählen, dass die Winkelstellungen zwischen den Sensoren letztlich einen Ausgleich finden.

Die vorliegende Erfindung erlaubt somit in vorteilhafter Weise nicht nur die Funktionsüberprüfung der G-Zelle 11 und/oder deren Steuerschaltung 15 eines Beschleunigungssensors 17,18,19,20, sondern auch die Überprüfung der Funktionstüchtigkeit eines dem Chrash-Algorithmus nebengeordneten Safing-Algorithmus. Die vorliegende Erfindung eignet sich daher insbesondere für Insassenschutzsysteme eines modernen Kraftfahrzeuges.

Patentansprüche

1. Steueranordnung (2) für Insassenschutzmittel in einem Kraftfahrzeug (1),
- 5 - wobei der Steueranordnung (2) ein Sensorfeld (5) mit wenigstens zwei Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) zugeordnet ist, welche wenigstens zwei Sensorelemente (Gcells 11) aufweisen, die eine Beschleunigungssensierung entlang dreier Empfindlichkeitsachsen
- 10 (u,v,w bzw. w,x,y) gestatten;
- wobei die Empfindlichkeitsachsen (u,v,w bzw. w,x,y) der Sensorelemente (11) der Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) eine Ebene aufspannen, welche
- 15 nach Einbau der Steueranordnung (2) in einem Kraftfahrzeug (1) im Wesentlichen parallel verläuft zu einer durch eine Fahrzeuglängsachse (A-A') und eine Fahrzeugquerachse (B-B') festgelegten Ebene;
- mit wenigstens einer Auswerteeinrichtung (3) umfassend
- für den Normal- bzw. Crash-Betrieb
- 20 - eine Safing-Routine zur Überprüfung der Plausibilität sämtlicher Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) der Sensoren (17,18,19 bzw. 19,20) durch Bildung einer gewichteten Summe (Σ_g) aus den Ausgangssignalen (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y), und
- 25 - eine Crash-Routine zur Auswertung der Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y); und
- für einen Test-Betrieb
- eine Test-Routine, welche ein Testsignal (t) an wenigstens zwei Beschleunigungssensoren (17,18,19
- 30 bzw. 19,20) sendet zwecks Erzeugung von Ausgangssignalen (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) zur Funktionsüberprüfung der Sensoren (17,18,19 bzw. 19,20);
- dadurch gekennzeichnet,
- dass mittels eines Wichtungsmittel (16) wenigstens
- 35 ein Testsignal (t) um einen vorgebbaren Wichtungsfaktor (k_w) derart abänderbar ist, dass wenigstens

ein Beschleunigungssensor (19) ein gewichtetes Ausgangssignal (a_{wg}) ausgibt; und

- dass während der Test-Routine die Ausgangssignale (a_u, a_v, a_{wg} bzw. a_{wg}, a_x, a_y) der im Sensorfeld (5) angeordneten Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) entsprechend der Safing-Routine verarbeitbar sind,

- wobei die gewichtete Summe (Σ_g) der Ausgangssignale (a_u, a_v, a_{wg} bzw. a_{wg}, a_x, a_y) bei funktionstüchtigen Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) einen vorbestimmten Wert ergeben soll; und

- wobei eine einwandfreie Funktion der Steueranordnung (2) feststellbar ist, wenn die gewichtete Summe (Σ_g) der während der Test-Routine tatsächlich gelieferten Ausgangssignale (a_u, a_v, a_{wg} bzw. a_{wg}, a_x, a_y) annähernd den vorbestimmten Wert ergibt.

2. Steueranordnung (2) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Sensorfeld (5) mit drei Beschleunigungssensoren (17,18,19) umfassend je ein Sensorelement (11) für je eine Empfindlichkeitsrichtung (u, v, w bzw. w, x, y).

3. Steueranordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Sensorfeld (5) mit einem ersten Beschleunigungssensor (19) mit einem Sensorelement (11) für eine vorbestimmte Empfindlichkeitsrichtung (w) und durch einen zweiten Beschleunigungssensor mit zwei Sensorelementen (11) für zwei vorbestimmte Empfindlichkeitsrichtungen (x, y).

4. Steueranordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen ersten Beschleunigungssensor (19) mit einem Sensorelement (11) für eine vorbestimmte Empfindlichkeitsrichtung (w) und durch einen zweiten Beschleunigungssensor (20) mit einem Sensorelement (11) für zwei vorbestimmte Empfindlichkeitsrichtungen (x, y).

5. Steueranordnung (2) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wichtungsmittel (16) Teil der Auswerteeinrichtung (3) und/oder Teil des/der Beschleunigungssensoren (17,18,19,20) ist.

5

6. Steueranordnung (2) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wichtungsmittel (16) mehrere sog. Testfinger, ein spannungsminderndes Bauteil wie ein Widerstand oder ein spannungserhöhendes Bauteil wie z.B. eine Ladungspumpe oder ein anderes geeignetes elektronisches und/oder mechanisches Bauteil umfasst.

10

7. Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Steueranordnung (2) für Insassenschutzmittel (7,8,9,10) in einem Kraftfahrzeug (1), insbesondere einer Steueranordnung (2) nach einem der vorherigen Ansprüche,

15

- wobei der Steueranordnung (2) ein Sensorfeld (5) mit wenigstens zwei Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) zugeordnet ist, welche wenigstens zwei Sensorelemente (Gcells 11) aufweisen, die eine Beschleunigungssensierung entlang dreier Empfindlichkeitsachsen (u,v,w bzw. w,x,y) gestatten;

20

- wobei die Empfindlichkeitsachsen (u,v,w bzw. w,x,y) der Sensorelemente (11) der Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) eine Ebene aufspannen, welche nach Einbau der Steueranordnung (2) in einem Kraftfahrzeug (1) im Wesentlichen parallel ist zu einer durch eine Fahrzeuglängsachse (A-A') und eine Fahrzeugquerschachse (B-B') festgelegten Ebene;

25

- wobei die Steueranordnung (2) wenigstens eine Auswerteeinrichtung (3) aufweist, welche

30

- im Normal- bzw. Crash-Betrieb

- sämtliche Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) der Sensoren (17,18,19 bzw. 19,20) mittels eines Safing-Algorithmus auf ihre Plausibilität durch Bildung einer gewichteten Summe (Σ_g) aus den Ausgangssignalen (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) überprüft, und

35

- die Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) mittels eines Crash-Unterscheidungsalgorithmus auswertet; und
 - in einem Test-Betrieb
- 5 - ein Testsignal (t) an wenigstens zwei Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) sendet zwecks Erzeugung von Ausgangssignalen (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) zur Funktionsüberprüfung der Sensoren (17,18,19 bzw. 19,20);
- 10 dadurch gekennzeichnet,
- dass wenigstens ein Testsignal (t) eine Wichtung (k_w) dergestalt erfährt, dass wenigstens ein Beschleunigungssensor (19) ein gewichtetes Ausgangssignal (a_{wg}) ausgibt; und
 - 15 - dass im Test-Betrieb die Ausgangssignale (a_u, a_v, a_{wg} bzw. a_{wg}, a_x, a_y) der im Sensorfeld (5) angeordneten Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) entsprechend dem Safing-Algorithmus verarbeitet werden,
 - 20 - wobei die gewichtete Summe (Σ_g) der Ausgangssignale (a_u, a_v, a_{wg} bzw. a_{wg}, a_x, a_y) bei funktionstüchtigen Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20) einen vorbestimmten Wert ergeben soll; und
 - 25 - wobei eine einwandfreie Funktion der Steueranordnung (2) festgestellt wird, wenn die gewichtete Summe (Σ_g) der während des Test-Betriebs tatsächlich gelieferten Ausgangssignale (a_u, a_v, a_{wg} bzw. a_{wg}, a_x, a_y) annähernd den vorbestimmten Wert ergibt.
- 30
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) mit einem Schwellwert (SW) verglichen wird, wobei erst beim Überschreiten des Schwellwerts (SW) durch
- 35 wenigstens eines der Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) eine Freigabe des Safing-Algorithmus erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Testsignal (t) der Steuerschaltung (15) des Sensors (17,18,19,20) dergestalt zugeführt wird, dass ein
5 Ausgangssignals (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) elektronisch generiert bzw. simuliert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Testsignal (t) dem Sensorelement (Gcell 11) des
10 Sensors (17,18,19,20) dergestalt zugeführt wird, dass die seismische Masse (12) des Sensorelements (11) in einer vorbestimmten Richtung (u,v,w,x,y) ausgelenkt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, gekennzeichnet durch die Verwendung eines sog. Safing-Sensors (19)
15 mit einem Sensorelement (11), dessen Empfindlichkeitsachse (w) schräg zu zweien senkrecht zueinander stehenden Empfindlichkeitsachsen (x,y) angeordnet ist, insb. geneigt um einen Winkel von 45° , 135° oder 225° zu den
20 senkrecht zueinander stehenden Empfindlichkeitsachsen (x bzw. y).
12. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch die Verwendung zweier Sensoren (17,18) umfassend je ein Sensorelement (11) mit jeweils einer zueinander senkrecht
25 stehenden Empfindlichkeitsachse (x,y).
13. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch die Verwendung eines sog. X-Y-Sensors umfassend zwei Sensorelemente (11) mit jeweils einer zueinander senkrecht
30 stehenden Empfindlichkeitsachsen (x,y).
14. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch die Verwendung eines sog. X-Y-Sensors (20) umfassend ein Sensorelement (11) mit zweien zueinander senkrecht
35 stehenden Empfindlichkeitsachsen (x,y).

15. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10 und einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die seismischen Massen (12) zweier Sensorelemente (11) in einer vorbestimmten Richtung ausgelenkt oder dementsprechende Signale elektronisch generiert bzw. simuliert werden, insbesondere

- dass die seismische Masse (12) des Sensorelements (11) eines ersten Beschleunigungssensors (19) mit gewichteter Kraft in entgegengesetzter Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse (w) ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal (a_w) elektronisch generiert bzw. simuliert wird, und

- dass die seismische Masse (12) des Sensorelements (11) eines zweiten Beschleunigungssensors (17,18 ; 20) mit ungewichteter Kraft in Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse (x oder y) ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal (a_x oder a_y) elektronisch generiert bzw. simuliert wird;

- oder umgekehrt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch einen Wichtungsfaktor (k_w) von ein Halb der Wurzel aus zwei ($\frac{1}{2} * \sqrt{2} \approx 0,707$).

17. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10 und einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die seismischen Massen (12) dreier Sensorelemente (11) in einer vorbestimmten Richtung ausgelenkt oder dementsprechende Signale elektronisch generiert bzw. simuliert werden, insbesondere

- dass die seismische Masse (12) des Sensorelements (11) eines ersten Beschleunigungssensors (19) mit gewichteter Kraft in entgegengesetzter Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse (w) ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal (a_w) elektronisch generiert bzw. simuliert wird;

- dass die seismische Masse (12) des Sensorelements (11) eines zweiten Beschleunigungssensors (17,18 ; 20) mit ungewichteter Kraft in Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse (x oder y ; u) ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal (a_x oder a_y ; a_u) elektronisch generiert bzw. simuliert wird; und
 - dass die seismische Masse (12) des zweiten oder eines dritten Sensorelements (11) der Beschleunigungssensoren (11,12,13,14) mit ungewichteter Kraft in Richtung ihrer Empfindlichkeitsachse (y oder x ; v) ausgelenkt oder ein dementsprechendes Signal (a_y oder a_x ; a_v) elektronisch generiert bzw. simuliert wird;
 - oder umgekehrt.
18. Verfahren nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch einen Wichtungsfaktor (k) von Wurzel aus zwei ($\sqrt{2} \approx 1,41$).
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, gekennzeichnet durch eine sternförmige Anordnung von drei Sensoren (17,18,19), umfassend je ein Sensorelement (11) mit geneigt zueinander angeordneten Empfindlichkeitsachsen (u,v,w), insb. mit jeweils einer zueinander in einem Winkel von 120° stehenden Empfindlichkeitsachse (u,v,w).
20. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10 und 19, dadurch gekennzeichnet, dass die seismischen Massen (12) dreier Sensorelemente (11) in einer vorbestimmten Richtung ausgelenkt oder dementsprechende Signale elektronisch generiert bzw. simuliert werden, insbesondere gemäß den Merkmalen nach Anspruch 17.
21. Verfahren nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch einen Wichtungsfaktor von 2.
22. Verfahren nach einem der vorherigen Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die gewichtete Summe (Σ_g) der Ausgangssignale (a_u, a_v, a_w bzw. a_w, a_x, a_y) annähernd

22

Null sein muss, um im Test-Betrieb eine einwandfreie Funktion der Steueranordnung (17,18,19 bzw. 19,20) zu diagnostizieren.

- 5 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 22, gekennzeichnet durch eine kapazitive Testauslenkung der seismischen Masse (12) der Beschleunigungssensoren (17,18,19 bzw. 19,20).

1/4

FIG 1

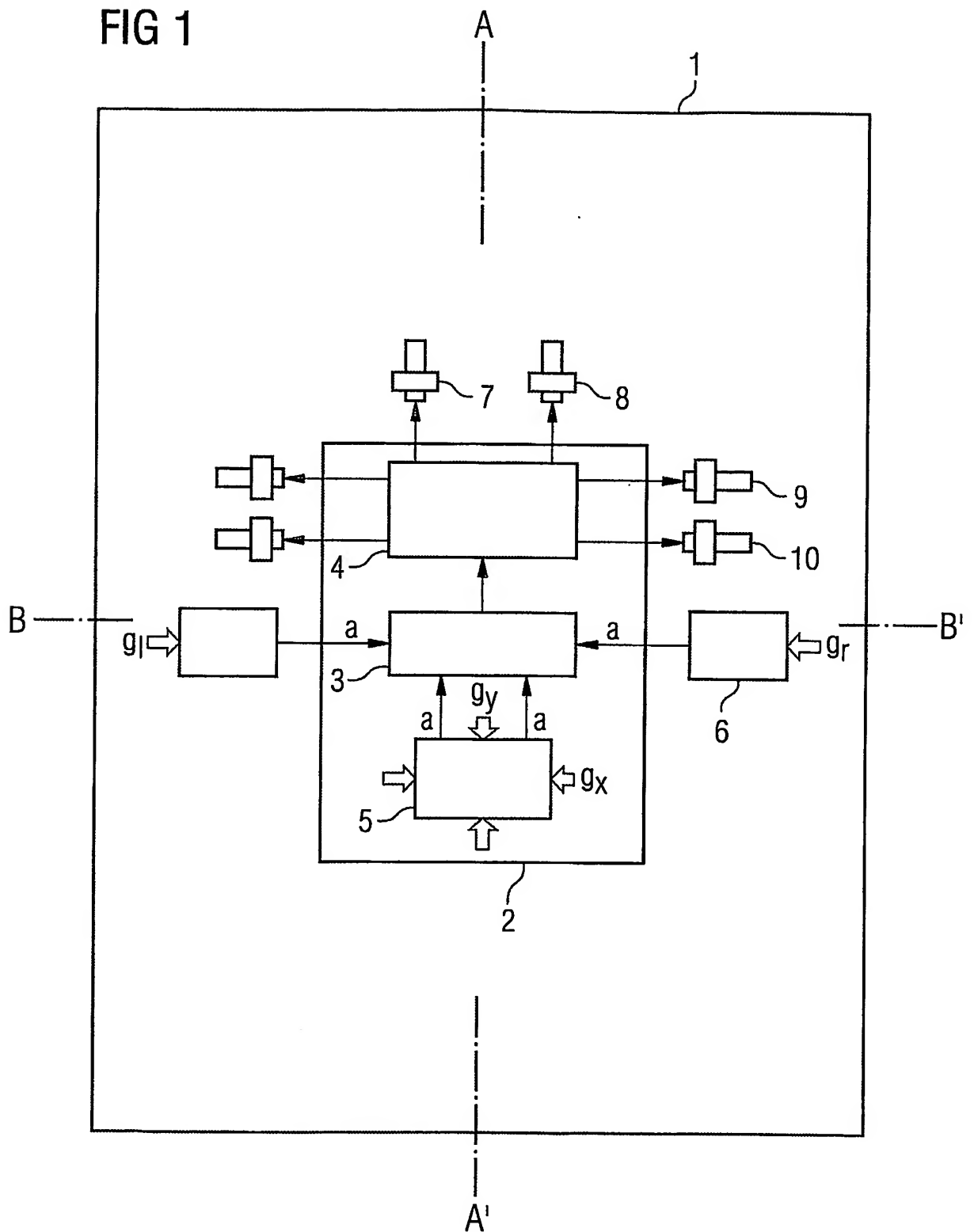


FIG 2

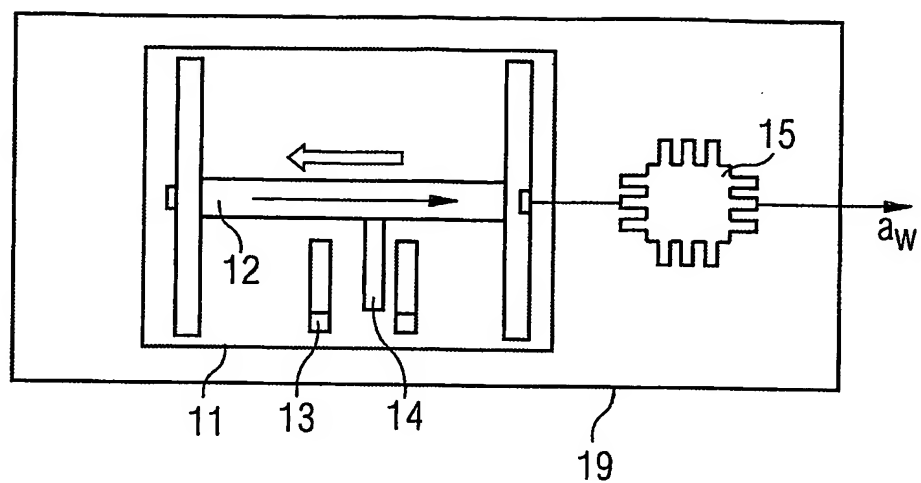
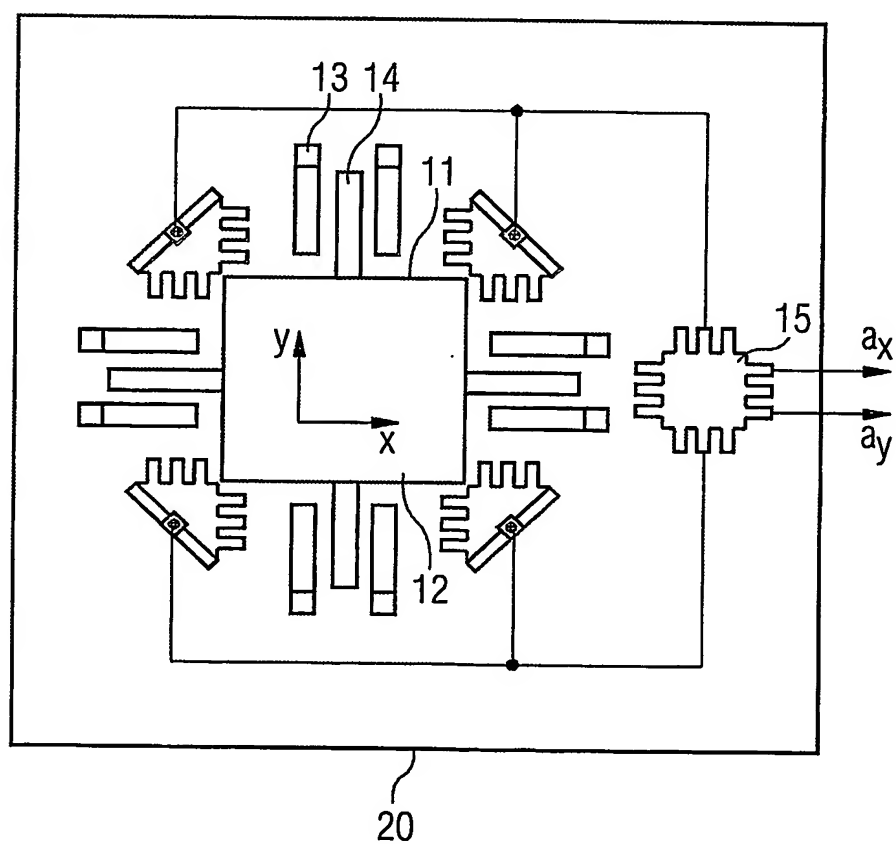


FIG 3



3/4

FIG 4

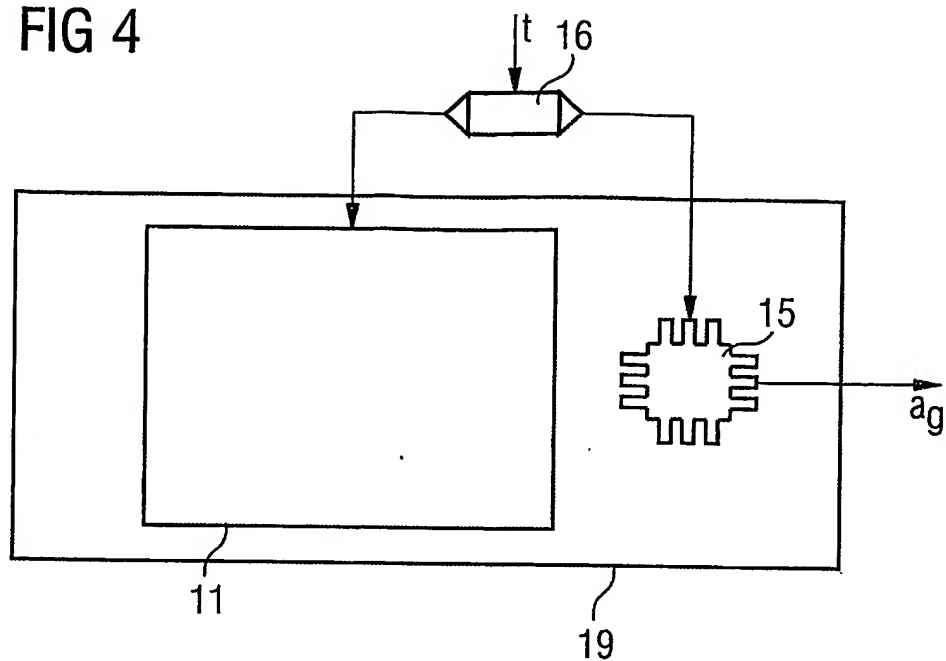
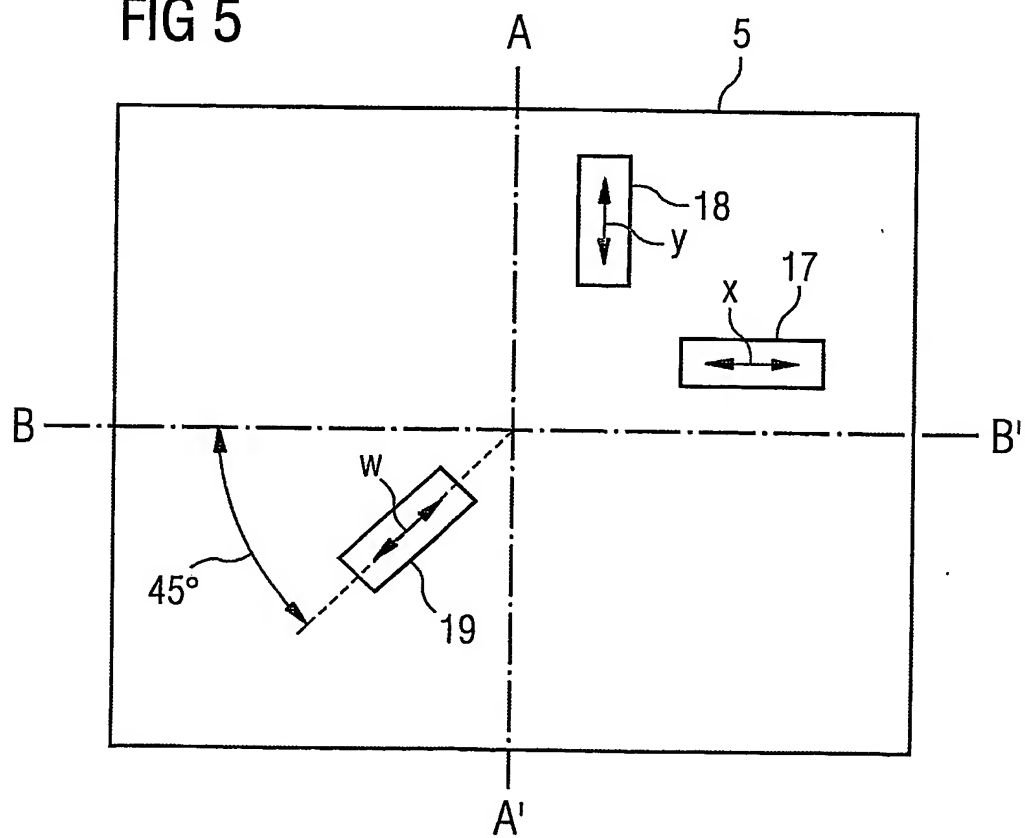


FIG 5



4/4

FIG 6

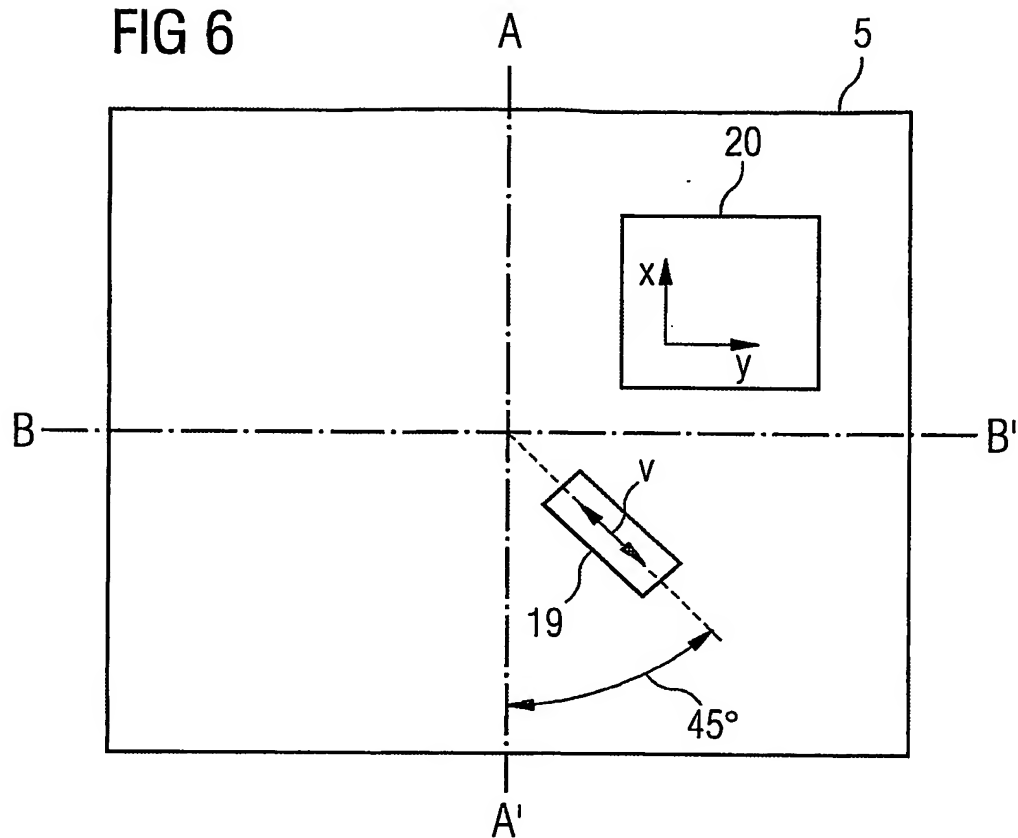
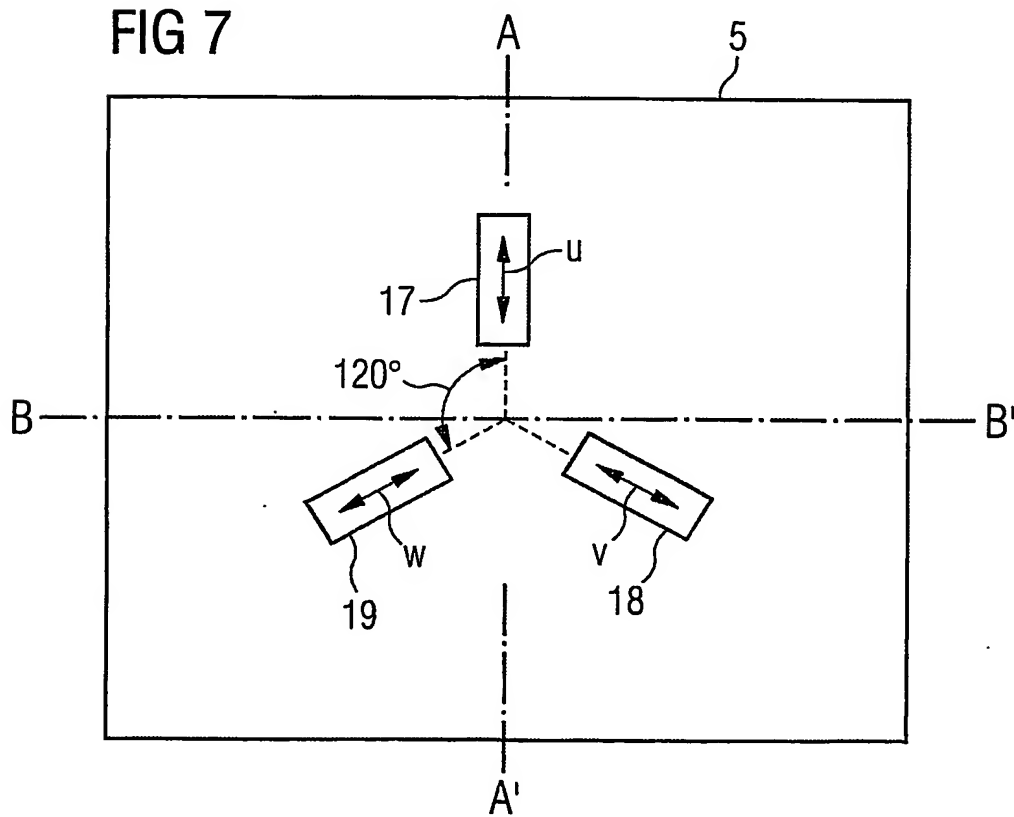


FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 004/000809

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60R21/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B60R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | WO 00/41917 A (MADER GERHARD ; SCHMIDT CLAUS (DE); HERMANN STEFAN (DE); SIEMENS AG (D) 20 July 2000 (2000-07-20) page 3, line 22 - page 9, line 20; figures & EP 1 149 004 A (SIEMENS AG) 31 October 2001 (2001-10-31) cited in the application | 1,7 |
| A | US 6 023 664 A (BENNET JEFFREY S) 8 February 2000 (2000-02-08) column 5, line 2 - column 6, line 48; figures | 1,7 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 May 2004

Date of mailing of the international search report

24/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Daehnhardt, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/004/000809

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 0041917 | A | 20-07-2000 | WO 0041917 A1 | 20-07-2000 |
| | | | EP 1149004 A1 | 31-10-2001 |
| | | | JP 2002534699 T | 15-10-2002 |
| EP 1149004 | A | 31-10-2001 | EP 1149004 A1 | 31-10-2001 |
| | | | JP 2002534699 T | 15-10-2002 |
| | | | WO 0041917 A1 | 20-07-2000 |
| US 6023664 | A | 08-02-2000 | CA 2267863 A1 | 07-05-1998 |
| | | | EP 0932832 A1 | 04-08-1999 |
| | | | JP 2002515977 T | 28-05-2002 |
| | | | WO 9819171 A1 | 07-05-1998 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/ISA/210/000809

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60R21/01

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | WO 00/41917 A (MADER GERHARD ; SCHMIDT CLAUS (DE); HERMANN STEFAN (DE); SIEMENS AG (D) 20. Juli 2000 (2000-07-20) Seite 3, Zeile 22 - Seite 9, Zeile 20; Abbildungen | 1,7 |
| A | & EP 1 149 004 A (SIEMENS AG) 31. Oktober 2001 (2001-10-31) in der Anmeldung erwähnt | |
| A | US 6 023 664 A (BENNET JEFFREY S) 8. Februar 2000 (2000-02-08) Spalte 5, Zeile 2 - Spalte 6, Zeile 48; Abbildungen | 1,7 |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Mai 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/05/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Daehnhardt, A

INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT 2004/000809

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 0041917 | A | 20-07-2000 | WO 0041917 A1 | 20-07-2000 |
| | | | EP 1149004 A1 | 31-10-2001 |
| | | | JP 2002534699 T | 15-10-2002 |
| EP 1149004 | A | 31-10-2001 | EP 1149004 A1 | 31-10-2001 |
| | | | JP 2002534699 T | 15-10-2002 |
| | | | WO 0041917 A1 | 20-07-2000 |
| US 6023664 | A | 08-02-2000 | CA 2267863 A1 | 07-05-1998 |
| | | | EP 0932832 A1 | 04-08-1999 |
| | | | JP 2002515977 T | 28-05-2002 |
| | | | WO 9819171 A1 | 07-05-1998 |